

# Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2003 01752

Date of filing: 27 November 2003

Applicant:  
(Name and address) DANFYSIK A/S  
Møllehaven 31  
DK-4040 Jyllinge  
Denmark

Title: Detektorkredsløb

IPC: G 01 R 15/18; G 01 R 19/00

This is to certify that the attached documents are exact copies of the above mentioned patent application as originally filed.

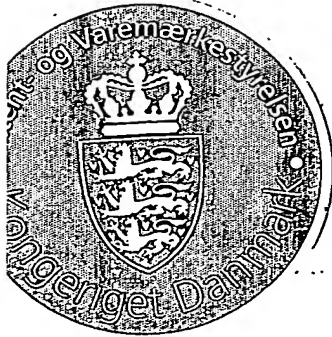
**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Patent- og Varemærkestyrelsen  
Økonomi- og Erhvervsministeriet

07 October 2004

Pia Høybye-Olsen

**BEST AVAILABLE COPY**



Opfindelsen angår et detektorkredsløb til brug ved strømmåling under anvendelse af i det væsentlige ens beviklede ringkernetransformere, hvori der af en hovedstrøm induceres magnetomotoriske kræfter, der modvirkes af en af en kompensationsstrøm inducerede magnetomotoriske kræfter, og hvor der magnetiseres i modfase ved hjælp af en  
5 modulationsstrøm, hvilket kredsløb evt. også omfatter en synkron ensretter til tilvejebringelse af et reguleringssignal for kompensationsstrømmen.

Fra dansk patent nr. 149238 kendes en nul-flux strømtransformer til måling af strømmen til en elektromagnet i en partikelaccelerator. Da det drejer sig om meget store  
10 strømstyrker, flere hundrede ampere, er det hensigtsmæssigt at konvertere hovedstrømmen til en håndterbar mindre målestrøm og lede denne gennem en målemodstand. Spændingsfaldet over målemodstanden benyttes da som et mål for styrken af hovedstrømmen.

15 De kendte nul-flux strømtransformere udgøres af en kombination af en magnetisk integrator og en 2. harmonisk magnetisk modulator. En magnetisk integrator består i princippet af en ringkerne af et ferromagnetisk materiale med en primærvikling, en sekundærvikling og en følvikling. Følviklingen er forbundet til indgangsterminalerne af en forstærker, der driver sekundærstrømmen gennem en målemodstand. En ændring  
20 i den magnetiske flux i ringkernen vil da inducere en spænding i følviklingen, som påvirker forstærkeren på en sådan måde, at denne frembringer en kompensationsstrøm til modvirkning af den af primærstrømmen frembragte fluxændring. De af strømmen gennem primærviklingen frembragte magnetomotoriske kræfter vil således blive balanceret ud af de magnetomotoriske kræfter, som frembringes af strømmen gennem se-  
25 kundærviklingen, således at der eksisterer et bestemt forhold mellem strømstyrken i primærviklingen og strømstyrken i sekundærviklingen.

Den magnetiske integrator er imidlertid ikke i stand til at håndtere DC og meget lave frekvenser, hvorfor det er nødvendigt med et separat kredsløb til denne funktion. Et så-  
30 dant kredsløb udgøres af en magnetisk modulator bestående af to ens beviklede ringkerner og et driverkredsløb. Kernerne drives i mætning, og ved balance/"nul fluks" er

strømkurverne symmetriske i forhold til nul. Dette indebærer at indholdet af lige harmoniske er nul. Men kan da enten anvende en direkte symmetridetektering ved hjælp af en vindueskomparator/Schmitt-trigger eller en anden harmonisk detektor, der anvender synkron ensretning af strømsignalet med den dobbelte frekvens af modulationssignalet. I begge tilfælde opnås et outputsignal, der er nul ved balance mellem det primære og det sekundære amperevindingstal. Ved ubalance opnås en spænding, hvis amplitude og polaritet afhænger af ubalancens størrelse og polaritet. Én kerne er tilstrækkelig til at udføre denne detektorfunktion, men det er nødvendigt med to kerner i modfase for at forhindre at kompensationskredsløbet kvæler detektionen og forhindre at modulations-

5    signalet forstyrrer den magnetiske integrator ved magnetisk kobling.

10

De to detektorprincipper har hver deres fordele og ulemper. Afhængigt af anvendelsen kan der også vælges mellem et selvsvingende og et udefra tvangsstyret kredsløb.

15    De to kerner vil imidlertid aldrig kunne være helt ens.

Formålet med opfindelsen er derfor at anviser hvorledes der på en enkel måde kan kompenseres herfor.

20    En aktiv kompensation kan ifølge opfindelsen foretages på to måder.

1. Den ene kerne anvendes som detektor (master) medens den anden er slave. En viking, der omslutter begge kerner, vil da opfange et differenssignal/fejlsignal, der forstærkes og adderes til styringssignalet til slave-kernen, hvorved det til kompensations-

25    kredsløbet overkoblede signal reduceres ca. 50 gange.

2. Til opnåelse af en mere effektiv kompensation kan der indføres en yderligere kerne, der kun styres ved hjælp af det forstærkende fejlsignal. Dermed opnås en reduktion på ca. 500-1000 gange.

Fremdeles kan ifølge opfindelsen en negativ tilbagekoblingssløjfe til tilvejebringelse af kompensationen tilvejebringes ved, at fejlsignalet adderes til modulationssignalet på en sådan måde, at fejlsignalet reduceres.

5 Opfindelsen skal nærmere forklares i det følgende under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser et selvsvingende detektorkredsløb med nuldetektor-støjreduktion, med tre kerner,

10 fig. 2 et selvoscillerende detektorkredsløb med nuldetektor-støjreduktion, med fire kerner,

fig. 3 et detektorkredsløb med et udefra påtrykt modulationssignal, med tre kerner, og

15 fig. 4 et detektorkredsløb med et udefra påtrykt modulationssignal, med fire kerner.

Det i fig. 1 viste detektorkredsløb til brug ved måling af store strømme består af tre i det væsentlige ens ringkerner 1, 2, 3, igennem hvilke der forløber en hovedstrøm  $I_s$ , der inducerer nogle magnetomotoriske kræfter, der skal modvirkes af en kompensationsstrøm  $i_4$ . Til to af disse kerner 2, 3 tilføres et modulationssignal i form af et firkantbølgesignal af en frekvens på nogle hundrede Hz, idet firkantbølgesignalet til den ene kerne 2 er inverteret i forhold til firkantbølgesignalet til den anden kerne 3. Derved magnetiseres de to kerner 2, 3 i modfase, således at både de ulige og lige harmoniske i det væsentlige udkompenseres (ved kobling via viklingerne L1, L4 og L5).

25

Opfindelsen er imidlertid baseret på, at middelfluksen i kernerne er nul, når der er ligevægt eller balance imellem de af hoved- og kompensationsstrømmen inducerede felter. Bliver middelfluksen derimod forskellig fra nul på grund af uligevægt mellem de inducerede felter, dvs. ubalance mellem ampere vindingstallene for hovedstrømmen  $I_s$  og kompensationsstrømmen  $i_4$ , vil magnetiseringsstrømmen i modulationsviklingerne indeholde lige harmoniske, af hvilken den anden harmoniske er den vigtigste. Ved detek-

30

tion af denne anden harmoniske afledes et til ubalancen svarende jævnstrømssignal, der benyttes til at styre en forstærker på en sådan måde, at balancen imellem de af primær- og sekundærstrømmen inducerede magnetomotoriske kræfter genoprettes.

- 5 En konkret udformning af et sådant detektorkredsløb er vist i fig. 1. Modulationssignalet etableres ved hjælp af en Schmitt-trigger A4, hvis udgang er forbundet til den ene terminal af vikling L2, og hvis indgang er forbundet til den anden terminal af vikling L2. Kredsløbet er selvsvingende. I det øjeblik der påtrykkes en positiv spænding på L2, således at der tilføres en positiv spænding til indgangen af Schmitt-triggeren A4, og
- 10 denne positive spænding giver anledning til, at der løber en strøm i viklingen L2, og dette medfører, at kerne 2 mættes, vil spændingsfaldet over viklingen L2 aftage til næsten nul, og spændingsfaldet over modstanden R1 ( $50\Omega$ ) vil vokse, hvorefter Schmitt-triggeren A4 skifter tilstand, således at der derved er tilvejebragt et selvsvingende kredsløb.
- 15 Firkantbølgesignalet ved udgangen af Schmitt-triggeren A4 føres desuden til indgangen af en forstærker A5, hvis udgang forsyner viklingen L3, som derved får tilført et firkantbølgesignal, der er i modfase med firkantbølgesignalet tilført til viklingen L2.
- 20 Signalspændingen over modstanden R1, der svarer til signalspændingen ved indgangen af Schmitt-triggeren A4, føres desuden via en lavpas-forstærker A3 til en additionsenhed, hvor den adderes til en af vikling L1 aftastet signalspænding til tilvejebringelse af kompensationsstrømmen  $i_4$ , der derved er i stand til at kompensere for både langsomme og hurtige variationer i hovedstrømmen  $I_5$ .
- 25 For at kompensere for at de to ringkerner 2, 3 ikke er helt ens, er der ifølge opfindelsen desuden indrettet midler til compensation herfor. Disse midler udgøres af en fælles vikling L6 over de to ringkerner 2, 3, hvilken fælles vikling L6 aftaster et evt. fejlsignal  $i_6$ , der adderes til det til kerne 3 tilførte modulationssignal. Fejlsignalet tilføres på en så-
- 30 dan måde, at der etableres en negativ tilbagekoblingsløkke, der af sig selv søger mod

ligevægt, dvs. modulationssignalet til kerne 3 ændres, indtil fejlsignalet i det væsentlige er nul.

Fejlsignalet kan imidlertid ikke blive eksakt nul.

5

Dette skyldes bl.a., at reguleringen i det væsentlige kun er effektiv så længe kerne 3 ikke er i mætning. For at kompensere herfor kan der i givet fald tilføjes en yderligere ringkerne 4, der ikke går i mætning som følge af, at den ikke får tilført noget modulationssignal.

10

I sidstnævnte tilfælde udgøres de nævnte kompensationsmidler af en fælles vikling L6 over de tre ringkerner 2, 3, 4, hvilken fælles vikling L6 aftaster et evt. fejlsignal (hidrørende fra kerne 2 og 3), hvilket fejlsignal udnyttes til at påvirke magnetiseringen i kerne 4. Derved opnås en yderligere reduktion af fejlsignalet og derigennem en mere nøj-

15 agtig måling af hovedstrømmen  $I_s$ .

I en alternativ udførelsesform - se fig. 3 - er det selvsvingende kredsløb erstattet af et kredsløb, der er tvangsstyret udefra, idet der til vikling L2 tilføres et modulationssignal i form af et vekselspændingssignal, fortrinsvis et firkantbølgesignal med en frekvens på  
20 nogle hundrede Hz, og der til vikling L3 tilføres et i forhold dertil inverteret vekselspændingssignal, fortrinsvis i form af et firkantbølgesignal. De to viklinger L2 og L3 magnetiseres derved i modfase.

Signalspændingen over modstanden R1 udtages og føres til en forstærker A3, hvorefter  
25 den forstærkede signalspænding ~~multipliseres med~~ et signal af frekvensen  $2f$  (synkroniseretning). Blandingsproduktet adderes derefter til det af vikling L1 aftastede signal.

Også i dette tilfælde kan der ifølge opfindelsen være indrettet midler til at kompensere for at de to ringkerner 2, 3 ikke er helt ens - se fig. 3. Disse midler udgøres ligesom i  
30 fig. 1 af en fælles vikling L6 over de to ringkerner 2, 3, hvilken fælles vikling L6 aftaster et evt. fejlsignal, der adderes til det til kerne 3 tilførte modulationssignal. Fejlsig-

nalet tilføres på en sådan måde, at der etableres en negativ tilbagekoblingsløkke, der af sig selv søger mod ligevægt, d.v.s. modulationssignalet til kerne 3 ændres, indtil fejlsignalet i det væsentlige er nul.

- 5 Ligesom i forbindelse med den i fig. 1 viste kredsløbskonfiguration er reguleringen kun effektiv så længe kerne 3 ikke er i mætning. For at kompensere herfor kan der som vist i fig. 4 tilføjes en yderligere ringkerne 4, der ikke går i mætning som følge af, at der ikke tilføres et modulationssignal til denne kerne 4.
- 10 I den i fig. 4 viste kredsløbskonfiguration udgøres de nævnte kompensationsmidler af en fælles vikling L6 over de tre ringkerner 2, 3, 4, hvilken fælles vikling L6 aftaster et evt. fejlsignal (hidrørende fra kerne 2 og 3), som udnyttes til at påvirke magnetiseringen i kerne 4.
- 15 De beskrevne detektorkredsløb kan f.eks. benyttes til at måle store strømme (magnetiseringsstrømme) til partikelaccelerator.

## PATENTKRAV

- 5 1. Detektorkredsløb til brug ved strømmåling under anvendelse af i det væsentlige  
ens beviklede ringkernetransformere, hvori der af en hovedstrøm ( $I_5$ ) induceres  
magnetomotoriske kræfter, der modvirkes af en af en kompensationsstrøm ( $i_4$ )  
inducerede magnetomotoriske kræfter, og hvor to af ringkernetransformerne (2, 3)  
magnetiseres i modfase ved hjælp af en modulationsstrøm, hvilket kredsløb evt.  
10 omfatter en synkron ensretter til tilvejebringelse af et reguleringssignal for  
kompensationsstrømmen, **kendetegnet ved**, at der er indrettet midler til at kompensere  
for evt. forskelle imellem de to ringkernetransformere (2, 3).
2. Detektorkredsløb ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at midlerne til at kompensere  
15 for evt. forskelle imellem ringkernetransformerne (2, 3) udgøres af en fælles vikling  
(L6) over de to ringkerner (2, 3), hvilken fælles vikling (L6) aftaster et evt. fejlsignal,  
der anvendes i negativ tilbagekoblingssløjfe, der af sig selv søger mod ligevægt.
3. Detektorkredsløb ifølge krav 2, **kendetegnet ved**, at den negative tilbagekob-  
20 lingssløjfe tilvejebringes ved, at fejlsignalet adderes til modulationssignalet på en sådan  
måde, at fejlsignalet reduceres og af sig selv søger mod nul.
4. Detektorkredsløb ifølge et eller flere af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at  
modulationssignalet tilføres udefra.  
25
5. Detektorkredsløb ifølge et af kravene 1-3, **kendetegnet ved**, at det er selvsvin-  
gende, idet modulationssignalet tilvejebringes ved hjælp af en indbygget multivibrator.
6. Detektor ifølge krav 5, **kendetegnet ved**, at multivibratoren omfatter en Schmitt-  
30 trigger (A4).



7. Detektorkredsløb ifølge et af de foregående krav, kendetegnet ved, at der til kompensation for at de kerner (2, 3), der får tilført modulationssignaler, kan gå i mætning er tilføjet en yderligere kerne (4), der ikke går i mætning, som følge af at den ikke får tilført noget modulationssignal.

5

for DANFYSIK A/S

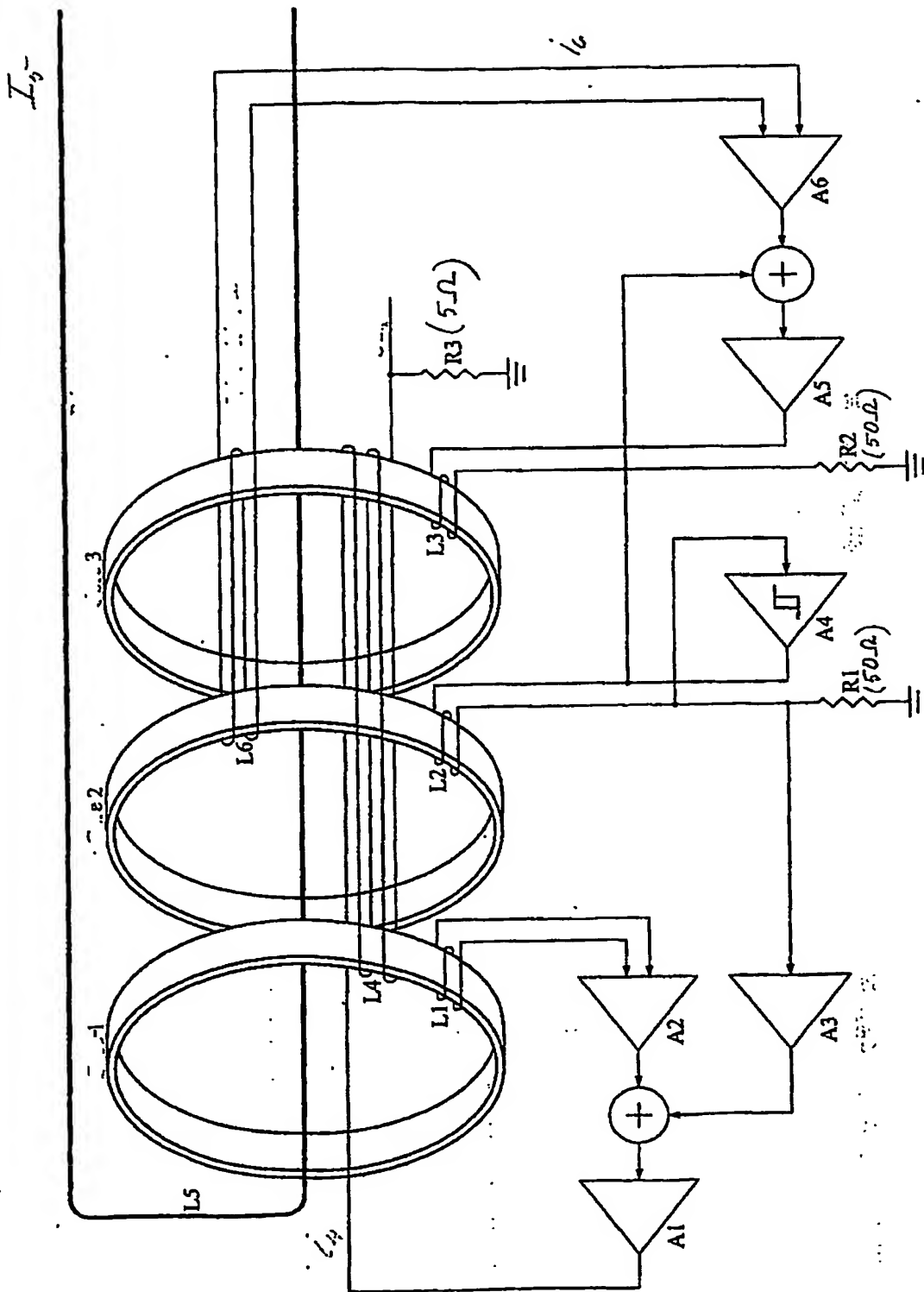
Chas. Hude A/S



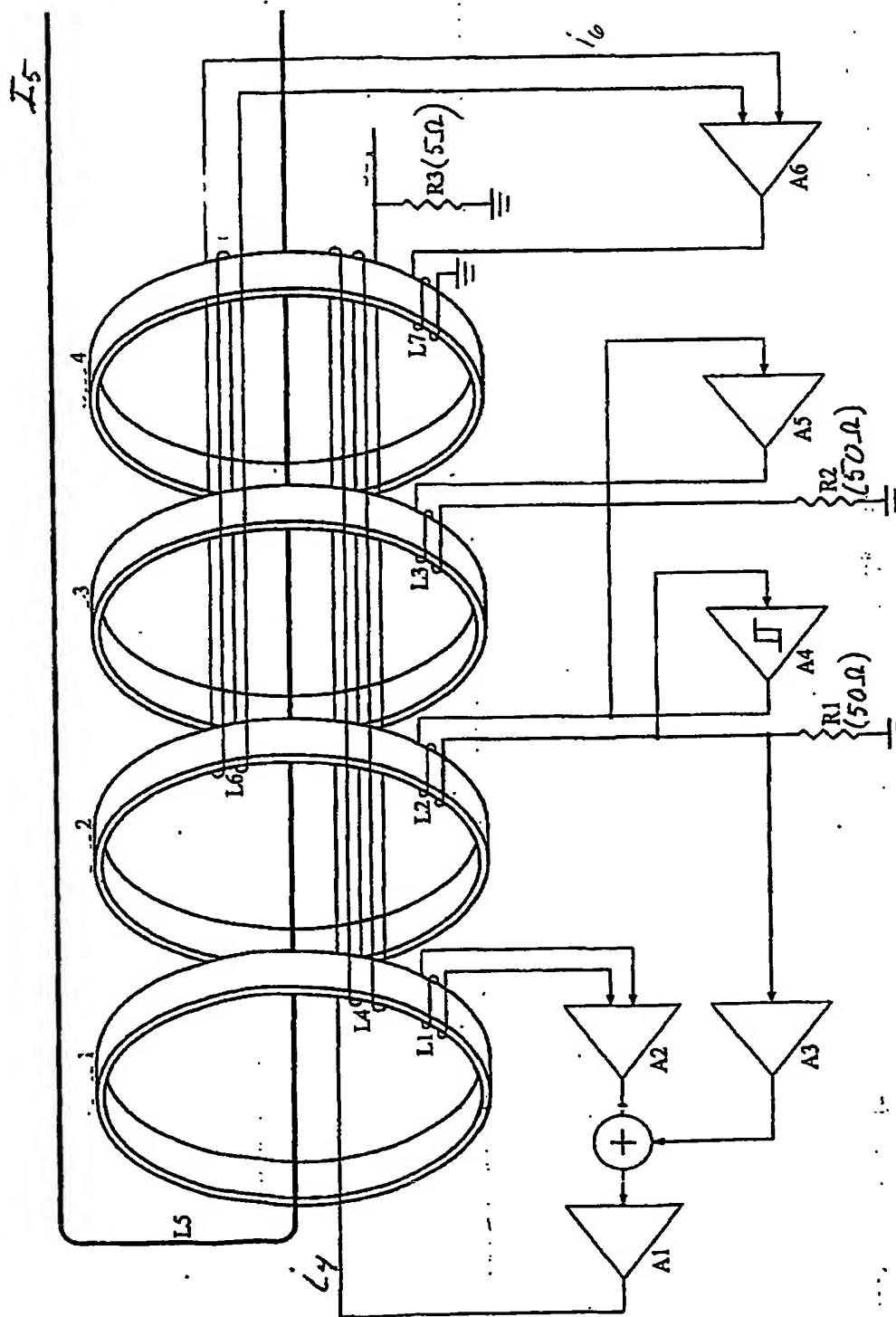
Sammendrag

Detektorkredsløb til brug ved strømmåling under anvendelse af ens beviklede ringkernetransformere, hvori der af en hovedstrøm induceres magnetomotoriske kræfter, der  
5 modvirkes af en af en kompensationsstrøm inducerede magnetomotoriske kræfter, og  
hvor to af ringkernetransformerne (2, 3) magnetiseres i modfase ved hjælp af et modulationssignal, hvilket kredsløb evt. omfatter en synkron ensretter til tilvejebringelse af  
et reguleringssignal for kompensationsstrømmen. Ifølge opfindelsen er der indrettet  
midler til at kompensere for evt. forskelle imellem de to ringkernetransformere for mo-  
10 dulationssignal. Disse midler udgøres af en fælles vikling over de to ringkerner (2, 3),  
hvilken fælles vikling aftaster et evt. fejlsignal, der anvendes i en negativ tilbageløb-  
lingssløjfe der af sig selv søger mod ligevægt.

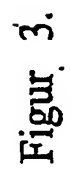
Fig. 1



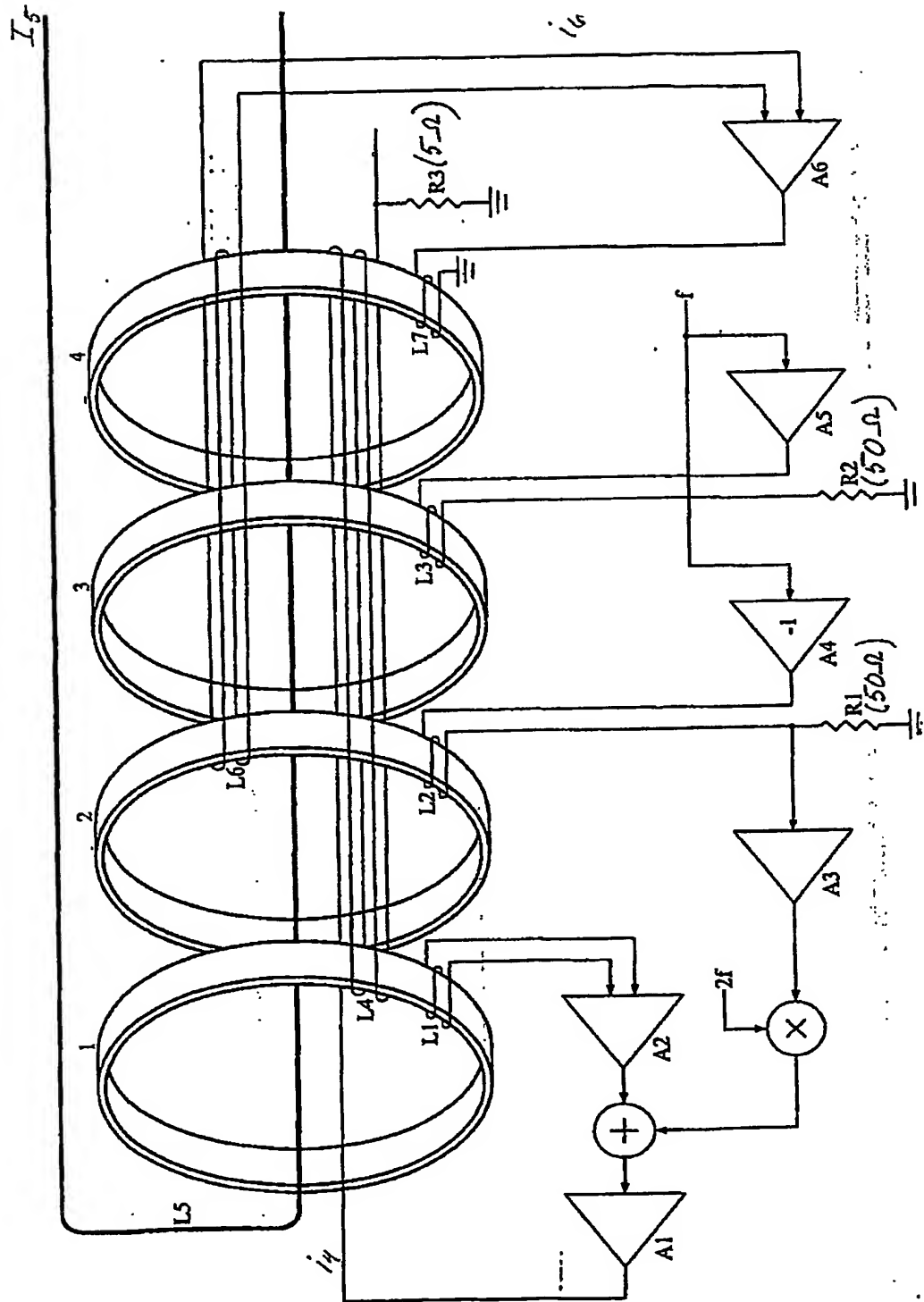
Figur. 1.



Figur 2.



Figur. 3.



Figur 4.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**